KÉPLETEK ÉS SZÁMPÉLDÁK A SŰRŰSÉGMÉRÉS FOGALOMKÖRÉBŐL

ANYAGSŰRŰSÉGMÉRÉS

Folyadék sűrűségének mérése areometerrel

Oldat	Sűrűség [g/cm³]
Víz	0,995
10 %-os $CaCl_2$ oldat	1,100
14 %-os $CaCl_2$ oldat	1,140
20 %-os $CaCl_2$ oldat	1,200

MEGJEGYZÉS: Kalcium-kloridot kötésgyorsító adalékszerként csak vasalatlan betonhoz szabad használni, vasbetonhoz és feszített vasbetonhoz való használata szigorúan tilos.

Anyagsűrűség mérése piknométerrel

MSZ 18284-2:1979 (Építési kőanyagok tömegösszetételi vizsgálatai. Sűrűségi jellemzők vizsgálatai) szabvány szerint

Az anyag szemnagysága: Kisebb, mint 0,2 mm, amely alá porítva a teljes anyagmintát olyannak tekintjük, mint amelyik pórusmentes.

$$Anyagsűrűség = \frac{Tömeg}{Pórusmentes \quad térfogat} = \frac{M_A}{V_A}$$



Piknométer

Pórusmentes térfogat mérése piknométerrel

Por térfogata **(c)** = Üres piknométert kitöltő mérőfolyadék térfogata **(a)** –

– Por feletti mérőfolyadék térfogata **(b)**

Üres piknométert kitöltő mérőfolyadék térfogata **(a)** =

= [Mérőfolyadékkal töltött piknométer tömege **(4.)** –

– Üres piknométer tömege **(1.)**]/ρ_4

Por feletti mérőfolyadék térfogata **(b)** =

= [Port és felette mérőfolyadékot tartalmazó piknométer tömege **(3.)** –

– Port tartalmazó piknométer tömege **(2.)**]/ρ_3

MEGJEGYZÉS: A mérőfolyadék a mérendő anyagot nem oldhatja, és azzal nem léphet reakcióba, és az ember egészségét nem károsíthatja. A téglapor anyagsűrűségét desztillált víz, a cementpor anyagsűrűségét triklór-etilén (C_2HCl_3) mérőfolyadék felhasználásával szabad megmérni.

Példa a téglapor térfogatmérésére és anyagsűrűségének számítására

Mérés		
1. mérés	Üres edény	66,62 g
2. mérés	Edény + por	74,25 g
3. mérés	Edény + por + víz	174,69 g
	a víz hőmérséklete: 21,0 °C	a víz sűrűsége: ρ_3 = 0,998019 g/cm^3
4. mérés	Edény + víz	169,97 g
	a víz hőmérséklete: 20,5 °C	a víz sűrűsége: ρ_4 = 0,998126 g/cm^3

Számítás		
Edényt kitöltő víz térfogata (a)	$[(4.) – (1.)]/\rho_4$	(169,97 – 66,62)/0,998126 = 103,544 cm^3
Por feletti víz térfogata (b)	$[(3.) – (2.)]/\rho_3$	(174,69 – 74,25)/0,998019 = 100,639 cm^3
Por térfogata (c)	(a) – (b)	103,544 – 100,639 = 2,905 cm^3
Por tömege (d)	(2.) – (1.)	74,25 – 66,62 = 7,63 g
Téglapor anyagsűrűsége	(d)/(c)	7,63/2,905 = 2,63 g/cm^3 (irodalom szerint: 2,7 g/cm^3)

A víz sűrűsége *t* ºC hőmérsékleten

t ºC	*ρ* g/cm^3
14,5	0,999 200
15,0	0,999 126
15,5	0,999 050
16,0	0,998 970
16,5	0,998 887
17,0	0,998 801
17,5	0,998 713
18,0	0,998 622
18,5	0,998 528
19,0	0,998 432
19,5	0,998 332

t ºC	*ρ* g/cm^3
20,0	0,998 230
20,5	0,998 126
21,0	0,998 019
21,5	0,997 909
22,0	0,997 797
22,5	0,997 682
23,0	0,997 565
23,5	0,997 445
24,0	0,997 323
24,5	0,997 198
25,0	0,997 071

TESTSŰRŰSÉGMÉRÉS

Szabálytalan alakú tégla darab testsűrűségének mérése mérőhengerbe (menzúrába) való vízbe lógatással

Mérőhengerben lévő víz = 186 cm^3

Mérőhengerben lévő vízoszlop a tégla darab belógatása idején = 192 cm^3

Vízzel telített tégla darab által kiszorított víz, azaz a tégladarab térfogata =

= 192 – 186 = 6 cm^3

Tégla darab tömege szárazon = 9,44 g

Szabálytalan tégla darab testsűrűsége = 9,44/6 = 1,573 g/cm^3

Szabályos alakú tégla testsűrűsége

Tégla térfogata a méretekből számolva = $24{,}7 \cdot 11{,}8 \cdot 6{,}3$ = 1836,198 cm^3

Tégla tömege = 3210 g

„Szabályos” alakú tégla testsűrűsége = 3210/1836,198 = 1,748 g/cm^3

HALMAZSŰRŰSÉG MÉRÉS

Téglazúzalék halmazsűrűsége

Edény térfogata = 2950 cm^3

Edény + tégla tömege = 3050 g

Edény tömege = 342 g

Tégla tömege = 3050 – 342 = 2708 g

Téglazúzalék halmazsűrűsége = 2708/2950 = 0,918 g/cm^3

FAJLAGOS SŰRŰSÉG FOGALOMKÖRE

Tömörség

$$Tömörség = \frac{Testsűrűség}{Anyagsűrűség} = \frac{Anyagtérfogat}{Testtérfogat} \qquad t = \frac{\rho_T}{\rho_A} = \frac{M \ / V_T}{M \ / V_A} = \frac{V_A}{V_T}$$

Porozitás

$$Porozitás = \frac{Anyagsűrűség - Testsűrűség}{Anyagsűrűsűg} = \frac{Testtérfogat - Anyagtérfogat}{Testtérfogat} = \frac{Hézagok \quad térfogata}{Testtérfogat}$$

$$Porozitás = 1 - Tömörség \qquad p_{szemcse} = \frac{\rho_A - \rho_T}{\rho_A} = \frac{M / V_A - M / V_T}{M / V_A} = 1 - \frac{V_A}{V_T} = 1 - t$$

Látszólagos porozitás [térfogat%/100]

$$p_{látszólagos} = Látszólagos \quad porozitás = \frac{Pórusokba \quad felvett \quad víz \quad térfogata}{Testtérfogat} =$$

= a test vízfelvétele térfogat arányban, azaz térfogat%-ban és osztva 100-zal

$$p_{látszólagos} = \frac{V_{Víz,p}}{V_T} = \frac{M_{Víz,p} / \rho_{Víz}}{M / \rho_T} = \frac{M_{Víz,p}}{\rho_{Víz}} / \frac{M}{\rho_T} = \frac{M_{Víz,p}}{M} \cdot \frac{\rho_T}{\rho_{Víz}} = n \cdot \frac{\rho_T}{\rho_{Víz}}$$

ahol n = vízfelvétel [tömeg%/100] nevezetlen szám.

MEGJEGYZÉS: A látszólagos porozitás összefüggésében a $\rho_T/\rho_{Víz}$ hányados neve „az anyag relatív testsűrűsége". A relatív testsűrűség nevezetlen szám, és azt mutatja meg, hogy az anyag testsűrűsége hányszorosa a víz testsűrűségének. A relatív testsűrűség szerepel például az MSZ EN 934-2:1998 (Adalékszerek betonhoz, habarcshoz és injektálóhabarcshoz. 2. rész: Betonadalékszerek. Fogalommeghatározások, követelmények, megfelelőség, jelölés és címkézés) európai szabvány 1. táblázatában

n = vízfelvétel [tömeg%/100]

ami *a test vízfelvétele tömeg arányban, azaz tömeg%-ban és osztva 100-zal:*

$$n = Vízfelvétel = \frac{Vizes \quad tömeg \quad - \quad Száraz \quad tömeg}{Száraz \quad tömeg} = \frac{M_{Víz,p}}{M}$$

Példa a látszólagos porozitásra

Legyen egy anyag: *anyagsűrűsége*: ρ_A = 3000 kg/m^3 *testsűrűsége*: ρ_T = 2400 kg/m^3, amiből

tömörsége: t = 2400/3000 = 0,8 *porozitása*: p = 1 – 0,8 = 0,2

látszólagos porozitása: $p_{látszólagos}$ = víztérfogat/testtérfogat = 200/1000 = 0,2

azaz a látszólagos porozitás teljes víztelítés esetén a porozitás közelítő értéke,

vízfelvétele teljes víztelítés esetén: **n** = 200/2400 = 0,08333 **<** 0,2 = **p**

és felhasználásával

a *látszólagos porozitás*: $p_{látsz}$ = n·(ρ_T/$\rho_{Víz}$) = 0,08333·2400/1000 = 0,2

Abszolút halmaztömörség

$$Abszolut\quad halmaztömörség = \frac{Halmazsűrűség}{Anyagsűrűség} = \frac{\rho_H}{\rho_A} = \frac{M/V_H}{M/V_A} = \frac{V_A}{V_H} = t_{Abs\ halmaz}$$

Halmazporozitás = Összporozitás = Porozitás + Hézagtérfogat·Tömörség

ahol a *Hézagtérfogat·Tömörség* szorzat az anyagsűrűségre vonatkoztatott hézagtérfogat.

$$Halmazporozitás = \frac{Anyagsűrűség - Halmazsűrűség}{Anyagsűrűség} =$$

$$= \frac{Anyagsűrűség - Testsűrűség}{Anyagsűrűség} + \frac{Testsűrűség - Halmazsűrűség}{Testsűrűség} \cdot \frac{Testsűrűség}{Anyagsűrűség} =$$

$$= \frac{Anyagsűrűség - Testsűrűség}{Anyagsűrűség} + \frac{Testsűrűség - Halmazsűrűség}{Anyagsűrűség} =$$

$$= \frac{Anyagsűrűség - Halmazsűrűség}{Anyagsűrűség} = \frac{\rho_A - \rho_H}{\rho_A} = 1 - \frac{V_A}{V_H} = 1 - t_{Abs\ halmaz} =$$

$$= 1 - Abszolut\ halmaztömörség$$

Halmaztömörség

$$Halmaztömörség = \frac{Halmazsűrűség}{Testsűrűség} = \frac{\rho_H}{\rho_T} = \frac{M/V_H}{M/V_T} = \frac{V_T}{V_H} = t_{halmaz}$$

Hézagtérfogat = Szemcsék közötti hézagosság

$$Hézagtérfogat = \frac{Testsűrűség - Halmazsűrűség}{Testsűrűség} = \frac{\rho_T - \rho_H}{\rho_T} = 1 - \frac{V_T}{V_H} = 1 - Halmaztömörség$$

Lásd még a „Sűrűség és fajsúly” című (http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/05-suruseg.htm) dolgozatot is.

